

LEHRBUCHREIHE GALVANOTECHNIK

J. N. M. Unruh

# Lehrbuch der Galvanotechnik

Band II: Spezielle Galvanotechnik

1. Auflage

 **LEUZE**  
VERLAG  
seit 1902

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b> .....	11
<b>2 Die Münzmetalle (Cu, Ag, Au)</b> .....	14
2.1 Gruppeneigenschaften.....	14
2.1.1 Anwendungseigenschaften .....	14
2.1.2 Galvanotechnische Eigenschaften .....	18
2.2 Kupfer .....	23
2.2.1 Historie und Gewinnung.....	23
2.2.2 Grundeigenschaften des Kupfers, Kupfer als Grundwerkstoff.....	24
2.2.3 Spezielle Schichteigenschaften des Kupfers und daraus folgende Anwendungen .....	30
2.2.4 Elektrolyte zur Kupferabscheidung .....	33
2.2.4.1 Saure Elektrolyte.....	34
2.2.4.2 Neutrale Elektrolyte .....	50
2.2.4.3 Alkalisch-cyanidische Elektrolyte .....	53
2.2.4.4 Alkalisch-cyanidfreie Elektrolyte .....	61
2.2.4.5 Chemisch-reduktiv arbeitende Kupferelektrolyte .....	62
2.2.5 Lenkung fehlerhaft verkupferter Teile .....	81
2.2.6 Kupferlegierungsabscheidung .....	85
2.2.6.1 Kupfer-Zink-Legierungen .....	85
2.2.6.2 Kupfer-Zinn-Legierungen.....	89
2.2.6.3 Kupfer-Zinn-Zink-Legierungen.....	90
2.2.6.4 Kupfer-Nickel-Legierungen.....	90
2.2.7 Färben der Kupferschichten.....	91
2.3 Silber .....	92
2.3.1 Historie und Gewinnung.....	92
2.3.2 Grundeigenschaften des Silbers, Silber als Grundwerkstoff .....	93
2.3.3 Spezielle Schichteigenschaften des Silbers und daraus folgende Anwendungen .....	97

2.3.4	Elektrolyte zur Silberabscheidung.....	98
2.3.4.1	Zusammensetzungen und Anwendungen.....	101
2.3.4.2	Aufgaben der Bestandteile.....	103
2.3.4.3	Fehler und ihre Ursachen.....	106
2.3.5	Chemische Silberabscheidung.....	111
2.3.6	Entsilbern, Lenkung fehlerhaft versilberter Werkstücke.....	115
2.3.7	Abscheidung von Silberlegierungen.....	116
2.3.7.1	Silber-Antimon.....	117
2.3.7.2	Silber-Kupfer.....	118
2.3.7.3	Silber-Nickel und Silber-Cobalt.....	119
2.3.7.4	Silber-Palladium.....	119
2.3.7.5	Silber-Bismut.....	120
2.4	Gold.....	122
2.4.1	Historie und Gewinnung.....	122
2.4.2	Grundeigenschaften des Goldes, Gold als Grundwerkstoff.....	124
2.4.3	Spezielle Schichteigenschaften von Gold und daraus folgende Anwendungen.....	128
2.4.4	Elektrolyte zur Goldabscheidung.....	129
2.4.4.1	Einteilung der Elektrolyte.....	135
2.4.4.2	Zusammensetzungen und Anwendungen.....	135
2.4.4.3	Aufgaben der Bestandteile.....	137
2.4.4.4	Fehler und ihre Ursachen.....	139
2.4.5	Entgolden.....	142
2.4.6	Abscheidung von Goldlegierungen.....	143
2.4.6.1	Gold und die Metalle der Eisengruppe (Nickel, Cobalt, Eisen).....	143
2.4.6.2	Gold-Zinn-Legierungen.....	144
<b>3</b>	<b>Metalle der 2. Nebengruppe (12. Gruppe) des PSE – Zn, Cd, Hg.....</b>	<b>147</b>
3.1	Gemeinsame Eigenschaften, Trends in der Gruppe.....	148
3.2	Zink.....	154
3.2.1	Zinkabscheidung.....	156
3.2.2	Eigenschaften von Zinkschichten.....	175
3.2.3	Verzinkungsfehler, Ursachen und -korrekturmaßnahmen.....	177
3.3	Cadmium.....	184
3.3.1	Cadmiumabscheidung.....	184
3.3.2	Eigenschaften von Cadmiumschichten.....	185
3.4	Quecksilber.....	189
3.4.1	Quecksilberabscheidung.....	189
3.4.2	Eigenschaften von Quecksilberschichten.....	190

---

3.5	Zinklegierungen .....	190
3.6	Cadmiumlegierungen .....	193
3.7	Quecksilberlegierungen .....	193
<b>4</b>	<b>Die Gruppe der Eisenmetalle (Fe, Co, Ni).....</b>	<b>195</b>
4.1	Gruppeneigenschaften.....	195
4.1.1	Anwendungseigenschaften .....	195
4.1.2	Galvanotechnische Eigenschaften .....	196
4.2	Eisen.....	202
4.2.1	Historie und Gewinnung.....	202
4.2.2	Grundeigenschaften des Eisens .....	203
	Eisen als Grundwerkstoff.....	203
4.2.3	Spezielle Schichteigenschaften des Eisens und Anwendungen .....	203
4.2.4	Elektrolyte zur Eisenabscheidung.....	206
4.2.5	Entstählung .....	215
4.2.6	Legierungsabscheidung .....	216
4.2.6.1	Eisen-Nickel-Cobalt-Legierungen .....	216
4.2.6.2	Eisen-Chrom-Legierungen.....	217
4.2.6.3	Eisen-Chrom-Nickel-Legierungen.....	217
4.2.6.4	Eisen-Zink-Legierungen .....	218
4.2.6.5	Eisen-Phosphor .....	218
4.3	Cobalt.....	220
4.3.1	Historie und Gewinnung.....	220
4.3.2	Grundeigenschaften des Cobalts .....	220
4.3.3	Spezielle Schichteigenschaften des Cobalts und Anwendungen .....	221
4.3.4	Elektrolyte zur Cobaltabscheidung.....	221
4.3.5	Entcobaltung.....	222
4.3.6	Legierungsabscheidung .....	222
4.3.6.1	Cobalt-Nickel-Legierungen .....	222
4.3.6.2	Cobalt-Wolfram-Legierungen.....	223
4.3.6.3	Dispersionsschichten .....	224
4.3.6.4	Ternäre Legierungen .....	224
4.4	Nickel.....	226
4.4.1	Historie und Gewinnung.....	226
4.4.2	Grundeigenschaften des Nickels .....	226
4.4.3	Spezielle Schichteigenschaften des Nickels und Anwendungen .....	226
4.4.4	Elektrolyte zur Nickelabscheidung.....	229
4.4.5	Entnickelung.....	240
4.4.6	Legierungsabscheidung .....	241
4.4.6.1	Nickel-Eisen.....	241
4.4.6.2	Nickel-Cobalt.....	243
4.4.6.3	Nickel-Eisen-Cobalt.....	244

4.4.6.4	Nickel-Zink .....	245
4.4.6.5	Nickel-Phosphor .....	246
4.4.6.6	Nickel-Bor .....	254
<b>5</b>	<b>Chrom</b> .....	<b>259</b>
5.1	Grund- und Schichteigenschaften .....	259
5.2	Elektrolytansatz und Abscheidungsmechanismus .....	262
5.2.1	Kritische Stromdichte .....	273
5.2.2	Kathodisches Ätzen .....	275
5.3	Rückoxidation von Chrom(III)ionen .....	277
5.4	Elektrolyte .....	281
5.4.1	Wirkung der Bestandteile .....	282
5.4.2	Prozesssteuerung .....	283
5.5	Schwarzchromabscheidung .....	295
5.6	Abscheidung aus Elektrolyten des dreiwertigen Chroms .....	296
<b>6</b>	<b>Die Hauptgruppen Elemente Zinn, Blei u. a.</b> .....	<b>306</b>
6.1	Allgemeines .....	306
6.2	Zinn .....	306
6.2.1	Historie und Gewinnung .....	306
6.2.2	Grundeigenschaften des Zinns, Zinn als Grundwerkstoff .....	307
6.2.3	Spezielle Schichteigenschaften .....	309
6.2.4	Elektrolyte zur Zinnabscheidung .....	311
6.2.5	Zinnlegierungen .....	320
6.3	Blei .....	320
6.4	Die Metalle Indium und Thallium .....	322
6.5	Die Metalle Arsen, Antimon und Bismut .....	322
<b>7</b>	<b>Platinmetalle</b> .....	<b>325</b>
7.1	Gruppeneigenschaften .....	325
7.1.1	Anwendungseigenschaften .....	325
7.2	Platin .....	329
7.3	Rhodium .....	332
7.4	Palladium .....	336
7.5	Ruthenium .....	339
7.6	Iridium .....	340
7.7	Osmium .....	340
7.8	Legierungen der Platinmetalle .....	341
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>343</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>352</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>355</b>